

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный  
технический университет» (ЛГТУ),  
профессор, доктор технических наук



**И. М. Володин**

мая

2016 г.

## **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу

Шевыревой Наталии Юрьевны

**«ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ  
БУРОВЫХ УСТАНОВОК С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ  
ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ»,**

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по  
специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Диссертационная работа Шевыревой Н.Ю. посвящена решению важной задачи повышения качества электроэнергии в системах электроснабжения буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом переменного тока, что имеет существенное значение для минерально-сырьевого комплекса России.

Основная тенденция в области регулируемого электропривода связана с применением частотно-регулируемых электроприводов переменного тока, поскольку инверторы на транзисторных модулях стали относительно дешёвыми и достаточно надёжными и компактными. Для преобразователя частоты с инверторами коэффициент мощности составляет примерно 0,95, если на входе используются неуправляемые выпрямители. Это является одним из преимуществ частотно-регулируемого электропривода буровой установки по сравнению с тиристорным электроприводом постоянного тока. Несмотря на это, отклонение напряжения на вводе буровой установки при питании от существующих линий электропередачи может превышать допустимое значение. Для уменьшения искажения формы напряжения сети в составе преобразователей частоты применяют 12-пульсную схему выпрямления. Однако данная схема не позволяет полностью устранить генерацию высших гармоник в питающую сеть. Следствием этого является увеличение потерь электроэнергии, сокращение срока службы электрооборудования, ухудшение работы систем управления и связи, отключение

электрооборудования при отклонении напряжения сети, превышающем допустимое значение.

Следовательно, обоснование решений по повышению качества электроэнергии в системах электроснабжения буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом является актуальной научной задачей.

### **Новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Одним из решений по повышению качества электроэнергии является применение фильтро-компенсирующих устройств (ФКУ).

Автором диссертации выполнены исследования влияния ФКУ со ступенчатым регулированием реактивной мощности и «ненастроенными» фильтрами высших гармоник на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения буровой установки с частотно-регулируемым электроприводом (БУ с ЧРЭП). Доказано, что ФКУ при питании БУ с ЧРЭП от линии электропередачи позволяет обеспечить нормативные показатели по отклонению напряжения и по уровню искажений напряжения в питающей сети при длине линии до 9–10 км. Для автономных синхронных генераторов (СГ) применение ступенчатого ФКУ обеспечивает коэффициент мощности близкий к 1 и уменьшение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения до 5 %.

Кроме применения ФКУ существует другой путь повышения качества электроэнергии в системах электроснабжения буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом. Этот путь состоит в использовании в составе преобразователя частоты активного выпрямителя напряжения (АВН).

Автором диссертации выполнены исследования влияния АВН на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП. В результате выполненных исследований найдены зависимости, позволяющие оценить влияние настройки фильтра АВН, несущей частоты АВН, задания реактивного тока АВН на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП.

Автором предложены структурные схемы систем автоматического регулирования АВН для случаев, когда в качестве регулируемых величин выбираются реактивная мощность, либо напряжение системы электроснабжения БУ с ЧРЭП. Структурные схемы выполнены по принципу подчинённого регулирования координат.

В диссертационной работе получены зависимости, позволяющие определить влияние систем автоматического регулирования АВН по реактивной мощности и напряжению на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе

электрооборудования буровых установок в установившихся и переходных режимах работы электроприводов.

### **Значимость полученных результатов для развития науки и производства**

Значимость полученных результатов для развития науки и производства заключается в следующем:

- получены зависимости влияния ФКУ со ступенчатым регулированием реактивной мощности и «ненастроенными фильтрами» на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, позволяющие обосновать выбор параметров ФКУ для случаев питания БУ с ЧРЭП от линии электропередачи или автономного синхронного генератора;

- установлены зависимости коэффициента мощности, отклонения напряжения и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения в системах электрооборудования БУ с ЧРЭП от параметров АВН, учитывающие свойства системы электрооборудования;

- обоснованы структурные схемы систем автоматического регулирования АВН с отрицательными обратными связями по реактивной мощности и напряжению системы электрооборудования буровой установки, обеспечивающие нормативные значения отклонения напряжения и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и заданное значение коэффициента мощности и позволяющие получить высокое качество переходных процессов в системе электрооборудования при пуске и торможении электропривода;

- определены зависимости для оценки влияния систем автоматического регулирования АВН на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, позволяющие обосновать выбор параметров систем автоматического регулирования АВН для случаев питания буровой установки от линии электропередачи или автономного синхронного генератора;

- для принятия обоснованных решений при выборе средств повышения качества электроэнергии разработаны компьютерные модели для расчёта показателей качества электроэнергии на этапе проектирования электротехнического комплекса БУ с ЧРЭП;

- обоснованы технические требования к ФКУ со ступенчатым регулированием реактивной мощности для БУ с ЧРЭП, выполнение которых обеспечивает нормативные значения показателей качества электроэнергии;

- предложена методика выбора параметров фильтра АВН, позволяющая получить нормативное значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения в системе электрооборудования буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом;

- показано, что основным отличием ФКУ для буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом от ФКУ для буровых установок с тиристорным электроприводом постоянного тока является величина реактивной

мощности ФКУ; в случае частотно-регулируемого электропривода величина реактивной мощности ФКУ может быть уменьшена примерно в 2 раза.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов, полученных в диссертации**

Основные результаты и выводы диссертационной работы Шевыревой Н.Ю. используются в научно-технических разработках ООО «Электротехническая промышленная компания» при проектировании нового электрооборудования для буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом, а именно:

- компьютерные модели для расчёта показателей качества электроэнергии на этапе проектирования частотно-регулируемых электроприводов буровых установок;

- зависимости для определения влияния фильтро-компенсирующего устройства на качество электроэнергии;

- технические требования к фильтро-компенсирующим устройствам,

- зависимости для оценки влияния настройки фильтра, несущей частоты, задания реактивного тока активного выпрямителя напряжения на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения;

- структуры систем автоматического регулирования активного выпрямителя напряжения по реактивной мощности и напряжению в системе электроснабжения буровой установки.

Полученные в работе выводы и результаты рекомендуются к использованию электротехническими компаниями при совершенствовании и разработке частотно-регулируемых электроприводов для машин и установок, применяемых в минерально-сырьевом комплексе России.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Из работы не ясно, по каким причинам при расчётах максимальная длина питающей линии не превышает 9-10 км.

2. Не приведено время работы буровой установки в исследуемом режиме турбинного бурения двумя насосами. Если время этого режима мало по сравнению с другими режимами, то может быть в качестве расчётного следовало выбрать более длительный режим работы?

3. При разработке компьютерной модели необходимо было более полно указать принятые допущения.

4. В работе следовало бы указать, какие возможны последствия, если не учитывать при настройке регуляторов АВН параметры системы электроснабжения БУ с ЧРЭП.

## Заключение

Представленная Шевыревой Н. Ю. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», в которой на основании выполненных автором исследований дано решение актуальной задачи обоснования совокупности решений по повышению качества электроэнергии в системах электроснабжения буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики. Выводы и рекомендации диссертации подтверждены результатами компьютерного моделирования, сравнением результатов компьютерного моделирования с данными экспериментальных исследований.

Автором диссертации опубликовано 11 печатных работ, в том числе 4 опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК Российской Федерации. Опубликованные статьи полностью отражают результаты выполненных исследований. Автореферат диссертации содержит основные положения, идеи и выводы диссертации.

Диссертационная работа Шевыревой Н. Ю. «Повышение качества электроэнергии при электроснабжении буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, за №842 от 24 сентября 2013г., а её автор, Шевырева Наталия Юрьевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры электропривода ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет» (ЛГТУ) 25 апреля 2016 г., протокол № 11.

Зав. кафедрой электропривода ЛГТУ,  
доктор техн. наук, профессор

  
В.Н. Мещеряков

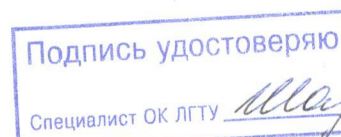
Секретарь кафедры  
канд. техн. наук, доцент.....

  
Д.И. Шишлин

398600, г. Липецк, Московская ул., 30, корпус 2, ауд. 367

Телефон: +7 (4742) 32-80-56

Электронная почта: [kaf-ep@lgtu.lipetsk.ru](mailto:kaf-ep@lgtu.lipetsk.ru)



*Мабайкина И.В.*